

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 12 月 2 日 (02.12.2004)

PCT

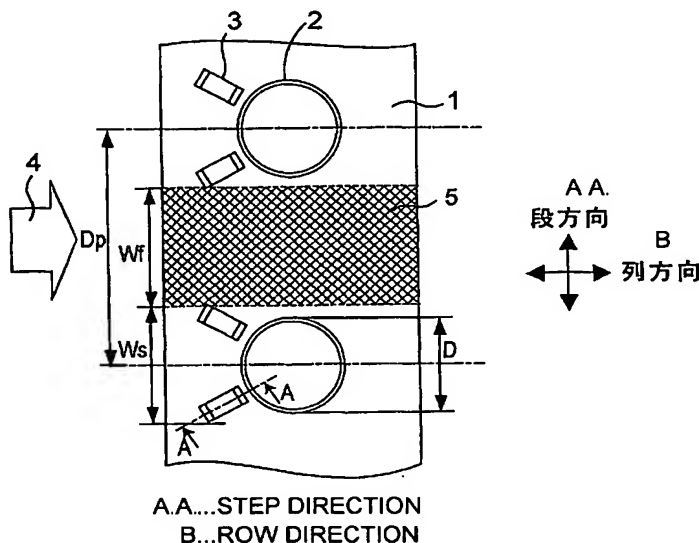
(10) 国際公開番号  
WO 2004/104506 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: F28F 1/32 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/007396 (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 加賀 邦彦 (KAGA, Kunihiko) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 中出口 真治 (NAKADEGUCHI, Shinji) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 石橋 晃 (ISHIBASHI, Akira) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 若本 慎一 (WAKAMOTO, Shinichi) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 大手利徳 (OHTE, Toshinori) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 村上 泰城 (MURAKAMI, Hiroki) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 斎藤 直 (SAITO, Tadashi) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (22) 国際出願日: 2004 年 5 月 21 日 (21.05.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2003-146218 2003 年 5 月 23 日 (23.05.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: PLATE FIN TUBE-TYPE HEAT EXCHANGER

(54) 発明の名称: プレートフィンチューブ型の熱交換器



(57) Abstract: A plate fin tube-type heat exchanger has fins (1) layered with spacings and heat transmission tubes (2) penetrating the fins (1) in the layering direction. In the heat exchanger, fluid inside the heat transmission tubes and fluid outside the heat transmission tubes exchange each other heat through the heat transmission tubes (2) and the fins (1). Each fin (1) has bridge-like cut-and-raised portions (3) each constituted of leg portions and a beam portion. The cut-and-raised portions (3) are arranged only in the area satisfying the following expressions:  $Ws = (1 - \phi)Dp + \phi D$ ,  $\phi > 0.5$  where, for each heat transmission tube (2),  $Ws$  is an expansion width of cut-and raised portions in the direction (step direction) along a fin edge portion on the upstream side of the fluid outside the heat transmission tubes and  $D$  is the outer diameter of each heat transmission tube, and  $Dp$  is an arrangement spacing of the heat transmission tubes in the step direction.

(57) 要約: プレートフィンチューブ型の熱交換器は、互いに間隔をあけて積層された複数のフィン1と、該フィン1を積層方向に貫通する複数の伝熱管2とを有している。この熱交換器では、伝熱管内流体と伝熱管外流体とが、伝

[続葉有]



[JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 河宮 治, 外(KAWAMIYA, Osamu et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見1丁目3番7号 IMPビル 青山特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

熱管2およびフィン1を介して互いに熱交換する。そして、各フィン1には、脚部および桁部からなる橋状の切り起こし3が設けられている。ここで、各伝熱管2について、伝熱管外流体の上流側のフィン端部に沿った方向（段方向）についての切り起こし全体の広がり幅を $W_s$ とし、伝熱管の外直径を $D$ とし、段方向についての伝熱管の配列ピッチを $D_p$ とすれば、切り起こし3は、実質的に、次の関係式を満たす範囲内にのみ設けられている。 $W_s = (1 - \phi) D_p + \phi D$   $\phi > 0.5$

## 明 細 書

## プレートフィンチューブ型の熱交換器

## 5 技術分野

本発明は、伝熱管の外周部に取り付けられたフィンに、熱交換能力を高めるための切り起こしが設けられたプレートフィンチューブ型の熱交換器に関するものである。

## 10 背景技術

一定の間隔をあけて積層された複数のフィンと、該フィンを積層方向に貫通する複数の伝熱管とを有するプレートフィンチューブ型の熱交換器は、例えば、空調機用の凝縮器または蒸発機などとして広く用いられている。この種の熱交換器では、例えば、伝熱管内部を水やフロンなどの作動流体が流れ、伝熱管外すなわち積層されたフィンの間隙を空気などの作動流体が流れ、これらの作動流体が、  
15 伝熱管およびフィンを介して、互いに熱交換を行うようになっている。

従来のこの種の熱交換器のフィンには、通常、熱交換性能を高めるために、プレス加工などにより切り起こしが形成されている（例えば、特開平8-291988号公報、特開平10-89875号公報、特開平10-197182号公報、  
20 特開平10-206056号公報および特開2001-280880号公報参照）。かかる切り起こしは、通常、伝熱管外の作動流体の全体としての流れ方向に対して垂直な方向に並ぶ伝熱管群の、隣り合う伝熱管の間の領域に設けられている（図17参照）。そして、切り起こしは、フィンから切り離された端辺が、伝熱管外の作動流体の流れ方向に対しておおむね垂直に伸びるように設けられる。  
25 かかる切り起こしが設けられていない場合、積層されたフィンの間隙には、作動流体の流れに沿って温度境界層が発達し、該作動流体とフィンとの間の熱輸送を阻害する。しかし、切り起こしを設ければ、温度境界層が更新され、伝熱管外の作動流体とフィンとの間の熱輸送が促進される。

ところで、プレートフィンチューブ型の熱交換器を、例えば、空調機の室外機

に使用する場合などにおいては、着霜が生じる条件下で該熱交換器を運転しなければならない場合がある。このような場合、フィンに切り起こしが設けられていると、切り起こしおよびそのまわりに霜が付着して成長し、各フィンの間隙が霜によって閉塞することがある。

- 5       このため、この種の熱交換器を、例えば空調機の室外機に使用する場合は、フィンに切り起こしを設けることができず、熱交換能力が低くなる。この場合、高い熱交換能力を得るには、熱交換器自体を大きくしたり、ファンの回転数を高くして伝熱管外の作動流体の流量を増加させたりしなければならないので、設置面積の増加、材料費の増加、ファン動力増加による騒音の増加などを招くといった問題がある。
- 10

#### 発明の開示

- 本発明は、上記従来の問題を解決するためになされたものであって、着霜が生じる条件下で運転する場合でも、各フィンの間隙が霜によって閉塞するのを防止
- 15       することができる、熱交換能力が高くコンパクトなプレートフィンチューブ型の熱交換器を提供することを目的とする。

- 上記の目的を達するためになされた本発明にかかるプレートフィンチューブ型の熱交換器は、互いに間隔をあけて積層された複数のフィンと、該フィンを積層方向に貫通する複数の伝熱管とを有している。この熱交換器では、伝熱管内流体
- 20       と伝熱管外流体とが、伝熱管およびフィンを介して、互いに熱交換する。そして、各フィンには切り起こしが設けられている。ここで、各伝熱管について、伝熱管外流体の上流側のフィン端部に沿った方向（以下、「段方向」という。）についての切り起こし全体の広がり幅を $W_s$ とし、伝熱管の外直径を $D$ とし、段方向についての伝熱管の配列ピッチを $D_p$ とすれば、切り起こしは、実質的に次の関係を
- 25       満たす範囲内にのみ設けられている。

$$W_s = (1 - \phi) D_p + \phi D$$

$$\phi > 0.5$$

この熱交換器においては、各伝熱管について、伝熱管外流体の上流側および／または下流側で、フィンに切り起こしが設けられているので、この切り起こしに

より各フィン間の温度境界層が分断ないしは更新される。このため、熱交換能力が向上し、熱交換器がコンパクト化される。

また、段方向に並ぶ各伝熱管の間には、切り起こしが設けられていない領域が存在する。したがって、例えば伝熱管外流体が空気である場合、着霜が生じる条件下での運転時に、切り起こし近傍部で着霜により各フィン間に閉塞が生じてても、空気は切り起こしが設けられていない領域を通して流れ、熱交換器全体としての空気の流量の低下は抑制される。よって、着霜運転時においても、高い熱交換能力を維持することができる。ここで、切り起こしを、段方向に対して傾斜させれば、空気を、伝熱管の風下側の気流がない領域へ誘導することができ、熱交換能力をより高めることができる。

さらに、切り起こしが橋状に形成されている場合、フィン本体部とつながっている脚部の外面が伝熱管と対向していれば、伝熱管からの熱の移動が切り起こしにより遮断されることがない。このため、伝熱管から離れた領域まで熱を有効に移動させることができる。

#### 図面の簡単な説明

本発明は、後記の詳細な説明および添付の図面により、より十分に理解されるであろう。なお、添付の図面において、共通する構成要素には、同一の参照番号が付されている。

図 1 A は、本発明の実施の形態 1 にかかる熱交換器を、伝熱管の一端側からみた模式図であり、図 1 B は、図 1 A の A-A 線断面図である。

図 2 は、図 1 示す熱交換器における切り起こしの一例を示す斜視図である。

図 3 は、着霜が生じる条件下で運転を行った場合における、熱交換器の圧力損失の、パラメータ  $\phi$ （後記の式 1 参照）に対する変化特性を示すグラフである。

図 4 A は、霜が付着した状態におけるフラットフィン型の熱交換器の模式図であり、図 4 B は、図 4 A の B-B 線断面図である。

図 5 A は、霜が付着した状態における図 1 に示す熱交換器の模式図であり、図 5 B は、図 5 A の C-C 線断面図である。

図 6 A および図 6 B は、それぞれ、着霜が生じる条件下で運転を行った場合に

における、熱交換器の圧力損失の着霜量に対する変化特性を示すグラフである。

図 7 は、図 1 に示す熱交換器における、風上側の伝熱管配列の伝熱管まわりでのフィン内における熱伝導による熱流と、伝熱管外の作動流体の伝熱管まわりでの流線とを模式的に示す図である。

5 図 8 は、本発明の実施の形態 1 にかかる熱交換器の変形例を、伝熱管の一端側からみた模式図である。

図 9 は、本発明の実施の形態 2 にかかる熱交換器を、伝熱管の一端側からみた模式図である。

10 図 10 は、本発明の実施の形態 3 にかかる熱交換器を、伝熱管の一端側からみた模式図である。

図 11 は、本発明の実施の形態 4 にかかる熱交換器を、伝熱管の一端側からみた模式図である。

図 12 A は、本発明の実施の形態 5 にかかる熱交換器を、伝熱管の一端側からみた模式図であり、図 12 B は、図 12 A の D-D 線断面図である。

15 図 13 は、本発明の実施の形態 6 にかかる熱交換器を、伝熱管の一端側からみた模式図である。

図 14 A は、図 13 の E-E 線断面図であり、図 13 に示す熱交換器における、凸型の突起の断面を示している。図 14 B および図 14 C は、それぞれ、突起の変形例を示す断面図である。

20 図 15 は、本発明の実施の形態 7 にかかる熱交換器を、伝熱管の一端側からみた模式図である。

図 16 は、本発明の実施の形態 7 にかかる熱交換器の変形例を、伝熱管の一端側からみた模式図である。

25 図 17 は、比較例であるプレートフィンチューブ型の熱交換器を、伝熱管の一端側からみた模式図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、添付の図面を参照しつつ、本発明の実施の形態を具体的に説明する。

(実施の形態 1)

図 1 A および図 1 B に示すように、実施の形態 1 にかかる熱交換器は、一定の間隔で離間して積層された複数のフィン 1（1 つのみ図示）と、フィン 1 を積層方向に貫通する複数の伝熱管 2 とを有する。各フィン 1 には、伝熱管 2 ごとに 2 つの切り起こし 3 が設けられている。そして、伝熱管外を流れる作動流体 4（例えば、空気）と、伝熱管内を流れる図示していない作動流体（例えば、空調機用の伝熱媒体）とは、フィン 1 および伝熱管 2 を介して、互いに熱交換を行うようになっている。

図 1 A および図 1 B に示す熱交換器においては、複数の伝熱管 2 は、伝熱管外を流れる作動流体 4 の全体としての流れ方向（図 1 中では、左から右）にみて、上流側（以下「風上側」といい、下流側を「風下側」という。）のフィン端部に沿った方向（すなわち、前記「段方向」）と、段方向に対して垂直な方向（以下、「列方向」という。）とに、所定の配列ピッチで並んでいる。なお、図 1 A では、伝熱管 2 は列方向に 1 列示されているだけであるが、2 列またはそれ以上設けられていてもよいのはもちろんである。

この熱交換器では、切り起こし 3 は、各伝熱管 2 の風上側に 2 つずつ設けられている。各切り起こし 3 は、フィン本体部から橋状に切り起こされ、フィン本体部に連結された脚部 3 a およびフィン本体部から切り離された端辺（以下、単に「端辺」という。）を伴った桁部 3 b からなる。

図 2 に、切り起こし 3 の一例を斜視図で示す。図 1 A および図 1 B に示す熱交換器では、各伝熱管 2 の風上側に設けられた 2 つの切り起こし 3 の風上側および風下側の端辺は、それぞれ、風上側から見て内向きに狭まるように傾斜している。すなわち、各切り起こし 3 は、作動流体 4 が切り起こし 3 の風上側の開口部から流れ込むように配置されている。また、各切り起こし 3 の風下側の脚部 3 a は、その外面が伝熱管と対向するように形成されている。これらの切り起こし 3 は、例えば、フィン 1 にプレス加工などを施すことにより形成される。なお、後で説明するように、段方向に隣り合う 2 つの伝熱管 2 の間には、切り起こし敷設禁止領域 5（図 1 では、1 つのみ図示）が存在する。

この熱交換器では、伝熱管 2 としては、例えば外直径（パイプ径）が 7 mm または 9.5 2 mm の金属パイプなどが用いられる。また、伝熱管 2 を通してこれ

を保持するフィンカラーの直径（フィンカラー径）は、例えば（パイプ径×1.05+0.2mm）程度に設定される。伝熱管2の段方向の配列ピッチは、例えば20.4mmまたは22mmに設定される。伝熱管2の列方向の配列ピッチは、例えば12.7mmまたは21mmに設定される。なお、これらの値はすべて単なる例示であって、本発明がこれらの値に限定されるものではないことはもちろんである。

各伝熱管2に対応する切り起こし3の全体としての段方向の広がり幅 $W_s$ （すなわち、2つの切り起こし3の広がり幅）は、伝熱管2の外直径を $D$ とし、段方向の伝熱管2の配列ピッチを $D_p$ とすれば、次の式1で示す関係を満たすように設定されている。

$$W_s = (1 - \phi) D_p + \phi D \cdots \cdots \text{式 1}$$

ただし、 $\phi > 0.5$

したがって、段方向に隣り合う2つの伝熱管2の間には、切り起こし敷設禁止領域5が存在する。そして、切り起こし3は、フィン上で伝熱管中心に対する中心角が風上側に向かって $130^\circ$ （列方向に対して $\pm 65^\circ$ ）、好ましくは、 $90^\circ$ （列方向に対して $\pm 45^\circ$ ）の範囲内の領域にのみ設けられ、この領域外には切り起こし3は設けられていない。

次に、実施の形態1にかかる熱交換器の機能ないしは作用を説明する。この熱交換器では、通常運転時においては、風上側（図1中では左側）から流入した作動流体4中に形成される温度境界層は、フィン1に設けられた切り起こし3によって分断ないしは更新され、これにより熱交換器の熱交換能力（熱伝達性能）が向上する。他方、着霜が生じる条件下で熱交換器を運転する場合は、切り起こし3およびそのまわり（以下、「切り起こし近傍部」という。）に霜が付着して成長する。このため、切り起こし近傍部では、フィン1の間隙は、着霜によって狭まり、最終的には閉塞に至る。

しかしながら、この熱交換器では、フィン1に切り起こし敷設禁止領域5が存在し、熱交換能力の高い切り起こし近傍部で着霜量が増加するので、切り起こし敷設禁止領域5での着霜量は減少する。したがって、着霜により切り起こし近傍

部でフィン1の間隙の狭まりないしは閉塞が生じて、作動流体4は、切り起こし敷設禁止領域5を通過して支障なく流れることができる。つまり、切り起こし近傍部で作動流体4の流量が低下したときには、これに伴って切り起こし敷設禁止領域5での作動流体4の流量が増加し、熱交換器全体としての作動流体4の流量の低下が抑制ないしは防止され、熱交換器の熱交換能力の低下が抑制される。

ここで、前記の式1の関係について説明する。段方向に隣り合う2つの伝熱管2に挟まれたフィン1の表面上の領域において、切り起こし3が設けられていない領域の幅を $W_f$ とし、この $W_f$ を、パラメータ $\phi$ を用いて、次の式2であらわす。

$$W_f = \phi \times (D_p - D) \dots\dots\dots \text{式2}$$

ここで、 $W_f$ と $W_s$ と $D_p$ との間には、次の式3で示す関係がある。

$$W_f + W_s = D_p \dots\dots\dots \text{式3}$$

したがって、式2は、次のように変形することができる。

$$W_s = (1 - \phi) D_p + \phi D \dots\dots\dots \text{式4}$$

図3に、パラメータ $\phi$ を変化させた場合の、熱交換器の着霜量が同一の状態となる圧力損失の変化を測定した結果を、切り起こしが設けられていないフィン（いわゆる、フラットフィン）の値と比較（規格化）して示す。

図4Aおよび図4Bは、フラットフィンにおける着霜状態を示している。図4Aおよび図4Bに示すように、フラットフィンでは、主としてフィン1の風上側の縁部に霜6が付着し、この霜6により圧力損失が増加する。

また、図5Aおよび図5Bは、実施の形態1にかかる切り起こし3が設けられたフィン1における着霜状態を示している。図5Aおよび図5Bに示すように、実施の形態1にかかるフィン1では、フィン1の風上側の縁部と、切り起こし3の内部とに霜6が付着し、この霜6により圧力損失が増加する。

図3中において、A点（ $\phi = 1$ ）は、切り起こし3の幅 $W_s$ が伝熱管2の外直径 $D$ と等しい場合の状態を示している。また、B点（ $\phi = 0.6$ ）では、霜6は主として切り起こし3の内部に付着し、成長する。このため、フィン1の風上側の縁部の着霜量は減少し、作動流体4は、切り起こし敷設禁止領域5を、フラットフィンの場合よりも低い圧力損失で流れることができる。ここで、パラメータ

$\phi$ がさらに小さくなると、切り起こし敷設禁止領域5が狭まり、C点( $\phi=0.5$ 付近)では、圧力損失はフラットフィンの値を上回る。パラメータ $\phi$ がさらに小さくなると、熱交換器の圧力損失は急激に増大する。よって、パラメータ $\phi$ の値は、0.5より大きい範囲に設定するのが好ましい( $\phi>0.5$ )。

5 図6Aに、フラットフィン型の熱交換器(フラットフィン)と、実施の形態1にかかる熱交換器(本実施形態)とについて、それぞれ、着霜が生じる条件下で運転を行った場合における、熱交換器の圧力損失の着霜量に対する変化特性を示す。

10 また、図6Bに、例えば図17に示すような段方向において各伝熱管2の間に切り起こし3が設けられた熱交換器(比較例)と、フラットフィン熱交換器(フラットフィン)とについて、それぞれ、着霜が生じる条件下で運転を行った場合における、熱交換器の圧力損失の着霜量に対する変化特性を示す。

15 図6Aおよび図6Bから明らかなとおり、実施の形態1にかかる熱交換器では、フラットフィン熱交換器および図17に示す熱交換器に比べて、着霜の進行に伴う圧力損失の増加の度合いが小さい。したがって、熱交換器全体としての作動流体4の流量の低下が抑制ないし防止され、該熱交換器の熱交換能力の低下が抑制される。

20 図7は、図1に示す熱交換器における、伝熱管まわりでのフィン1内における熱伝導による熱流7と、伝熱管外の作動流体4の伝熱管まわりでの流線8とを模式的に示している。図7に示すように、熱が伝熱管2からフィン1に伝わる際に、この熱は熱伝導により放射状に移動ないしは拡散する。なお、熱がフィン1から伝熱管2に伝わる場合も、この熱は、上記の場合とは逆向きであるが、熱伝導により放射状に移動する。つまり、図1に示すように、切り起こし3が伝熱管2の近傍からほぼ放射状に伸びている熱交換器では、伝熱管まわりでの熱伝導による  
25 熱の移動方向と、切り起こし3の伸びる方向とがほぼ一致する。したがって、伝熱管まわりにおけるフィン1内での熱伝導による熱の移動は、切り起こし3によって妨げられることがない。このため、熱伝導による伝熱管2からフィン1への熱移動またはフィン1から伝熱管2への熱移動が円滑に行われ、フィン内における伝熱量が増加する。

なお、図8に示すように、切り起こし3が、伝熱管2に対して放射状に伸びてはいないが、段方向に対して傾斜して伸び、伝熱管側の脚部3aの外面が伝熱管2に対向している場合でも、熱伝導による伝熱管2からフィン1への熱移動あるいはフィン1から伝熱管2への熱移動における移動経路が確保される。したがって、フィン内における伝熱量が増加する。

また、作動流体4の流れは、切り起こし3の脚部3aによって各伝熱管2の上流側で二手に分けられ、各流れは、作動流体4の全体的な流れ方向（図7中では左右方向）に対して該伝熱管2から離反する方向に傾斜する。その結果、伝熱管2の両側に分配された作動流体4が、段方向に隣り合う2つの伝熱管2の間のフィン上の領域に誘導される。このため、フィン間の作動流体4の流れが均一化され、フィン1の有効伝熱面積が増加する。

他方、切り起こし3の端辺は、前記のとおり、フィン1の風上側の縁部からみて内向きに狭まるように傾斜している。このため、伝熱管2の上流側で二手に分かれた各作動流体4は、切り起こし3の端辺の開口部から切り起こし内に流入する。これにより、切り起こし3の温度境界層を分断ないし更新する効果が増大し、熱交換器の熱交換能力（熱伝達率）が向上する。切り起こし3が伝熱管2に対して放射状に伸びている場合は、二手に分かれた各作動流体4は、切り起こし3の端辺とほぼ直角に交差するので、切り起こし3の温度境界層を分断ないし更新する効果が最大となる。

なお、図示していないが、切り起こし3が風下側の伝熱管列の伝熱管まわりに設けられた場合でも、基本的には風上側の伝熱管列の場合と同様に、熱伝導による伝熱管2からフィン1への熱移動またはフィン1から伝熱管2への熱移動が円滑に行われ、かつ切り起こし3の温度境界層を分断ないし更新する効果が大きくなるのはもちろんである。

以上、実施の形態1にかかる熱交換器においては、通常運転時には、伝熱管2の風上側または風下側に設けられた切り起こし3により、フィン1と作動流体4との間の熱輸送（伝熱）が促進され、熱交換能力が向上する。これにより、該熱交換器がコンパクトなものとなる。また、着霜が生じる条件下での運転時には、切り起こし近傍部で着霜により各フィン1の間隙に閉塞（目詰まり）が生じて、

作動流体 4 は、切り起こし 3 が設けられていない切り起こし敷設禁止領域 5 を通って流れることができるので、熱交換器全体としての作動流体 4 の流量の低下が抑制される。このため、着霜運転時においても、高い熱交換能力を維持することができる。

5       ここで、切り起こし 3 の端辺が段方向に対して傾斜して伸びている場合は、伝熱管 2 の周囲の作動流体 4 の流れが、切り起こし 3 の脚部 3 a によって該伝熱管 2 の両側に分配され、分配された作動流体 4 は、段方向に隣り合う 2 つの伝熱管 2 の間のフィン領域に誘導される。このため、フィン間の作動流体 4 の流れが均一化され、フィン 1 の有効伝熱面積が増加する。これにより、熱交換器の熱交換能力が増加する。また、切り起こし 3 の端辺が、作動流体 4 の流れとほぼ直角に交差ないし対向するので、温度境界層の分断効果が高められ、伝熱がより促進される。さらに、切り起こし近傍部では、伝熱管 2 からフィン 1 への熱伝導による熱の移動経路が確保されるので、切り起こし近傍部でのフィン内の熱移動量が増加し、熱交換器全体として熱交換量が増加する。

15       (実施の形態 2)

以下、図 9 を参照しつつ、本発明の実施の形態 2 を説明する。ただし、実施の形態 2 にかかる熱交換器は、図 1 A ～ 図 7 に示す実施の形態 1 にかかる熱交換器と多くの共通点を有するので、説明の重複を避けるため、以下では主として実施の形態 1 と異なる点を説明する。なお、図 9 において、図 1 A に示す熱交換器の構成要素と共通の構成要素には、同一の参照番号が付されている。

20       図 9 に示すように、実施の形態 2 でも、基本的には実施の形態 1 と同様に、複数のフィン 1 と、複数の伝熱管 2 と、複数の切り起こし 3 と、複数の切り起こし敷設禁止領域 5 (1 つのみ図示) とが設けられている。そして、伝熱管外を流れる作動流体 4 と伝熱管内を流れる作動流体とが、フィン 1 および伝熱管 2 を介して、互いに熱交換を行うようになっている。

25       ただし、各伝熱管 2 の風上側に、それぞれ、実施の形態 2 と基本的には同様の切り起こし 3 の対が、列方向にやや離間して 2 組 (合計 4 つ) 設けられている。その他の点は実施の形態 1 と同様である。

かくして、実施の形態 2 にかかる熱交換器においては、基本的には、実施の形

態 1 と同様の作用・効果を奏する。さらに、各伝熱管 2 に対して、基本的には実施の形態 1 と同様の切り起こし 3 の対が 2 組設けられているので、切り起こし 3 による初期運転時または通常運転時の熱交換能力（熱伝達性能）がより向上する。

5      なお、実施の形態 2 では、切り起こし 3 の対を、伝熱管 2 の風上側において、列方向に離間させて 2 組設けているが、3 組以上の切り起こし 3 の対を設けてもよいことはいうまでもない。

#### （実施の形態 3）

10      以下、図 10 を参照しつつ、本発明の実施の形態 3 を説明する。ただし、実施の形態 3 にかかる熱交換器は、図 1 A ～ 図 7 に示す実施の形態 1 にかかる熱交換器と多くの共通点を有するので、説明の重複を避けるため、以下では主として実施の形態 1 と異なる点を説明する。なお、図 10 において、図 1 A に示す熱交換器の構成要素と共通の構成要素には、同一の参照番号が付されている。

15      図 10 に示すように、実施の形態 3 でも、基本的には実施の形態 1 と同様に、複数のフィン 1 と、複数の伝熱管 2 と、複数の切り起こし 3 と、複数の切り起こし敷設禁止領域 5（1 つのみ図示）とが設けられている。そして、伝熱管外を流れる作動流体 4 と伝熱管内を流れる作動流体とが、フィン 1 および伝熱管 2 を介して、互いに熱交換を行うようになっている。

20      ただし、切り起こし 3 の脚部 3 a の、フィン本体部とつながっている辺（以下「側辺」という。）のうち、少なくとも上流側の側辺が、列方向に平行となっている。その他の点は、実施の形態 1 と同様である。

25      かくして、実施の形態 3 にかかる熱交換器においては、基本的には、実施の形態 1 と同様の作用・効果を奏する。さらに、切り起こし 3 の脚部 3 a の側辺が作動流体 4 の流れ方向と平行であるので、作動流体 4 が切り起こし 3 の脚部 3 a に当たることにより生じる圧力損失が最小限となり、風量の増大が可能となる。

#### （実施の形態 4）

30      以下、図 11 を参照しつつ、本発明の実施の形態 4 を説明する。ただし、実施の形態 4 にかかる熱交換器は、図 1 A ～ 図 7 に示す実施の形態 1 にかかる熱交換器と多くの共通点を有するので、説明の重複を避けるため、以下では主として実施の形態 1 と異なる点を説明する。なお、図 11 において、図 1 A に示す熱交換

器の構成要素と共通の構成要素には、同一の参照番号が付されている。

図 1 1 に示すように、実施の形態 4 でも、基本的には実施の形態 1 と同様に、複数のフィン 1 と、複数の伝熱管 2 と、複数の切り起こし 3 と、複数の切り起こし敷設禁止領域 5（1 つのみ図示）とが設けられている。そして、伝熱管外を流れる作動流体 4 と伝熱管内を流れる作動流体とが、フィン 1 および伝熱管 2 を介して、互いに熱交換を行うようになっている。

ただし、各フィン 1 においては、伝熱管 2 ごとに、実施の形態 1 と同様の切り起こし 3 の対が、該伝熱管 2 の風上側および風下側の両側に 2 組（合計 4 つ）設けられている。なお、風上側と風下側に設けられた切り起こし 3 の対は、段方向に並ぶ複数の伝熱管 2 の中心を結ぶ中心線に対して対称に配置するのが好ましい。その他の点は、実施の形態 1 と同様である。

かくして、実施の形態 4 にかかる熱交換器においては、基本的には、実施の形態 1 と同様の作用・効果を奏する。さらに、各伝熱管 2 に対して、実施の形態 1 と同様の切り起こし 3 の対が、風上側と風下側とに設けられているので、フィン 1 を加工して切り起こし 3 をプレス成型する際のフィン本体部の変形が小さくなり、積層作業などの製造作業が容易となる。

（実施の形態 5）

以下、図 1 2 A および図 1 2 B を参照しつつ、本発明の実施の形態 5 を説明する。ただし、実施の形態 5 にかかる熱交換器は、図 1 A ～ 図 7 に示す実施の形態 1 にかかる熱交換器と多くの共通点を有するので、説明の重複を避けるため、以下では主として実施の形態 1 と異なる点を説明する。なお、図 1 2 A において、図 1 A に示す熱交換器の構成要素と共通の構成要素には、同一の参照番号が付されている。

図 1 2 A に示すように、実施の形態 5 でも、基本的には実施の形態 1 と同様に、複数のフィン 1 と、複数の伝熱管 2 と、複数の切り起こし 3 と、複数の切り起こし敷設禁止領域 5（1 つのみ図示）とが設けられている。そして、伝熱管外を流れる作動流体 4 と伝熱管内を流れる作動流体とが、フィン 1 および伝熱管 2 を介して、互いに熱交換を行うようになっている。

ただし、各切り起こし 3 が、フィン 1 の広がり面（フィンスペース面）ないし

本体部を基準（中心）として、交互に上下（伝熱管の伸びる方向）に切り起こされた形状に形成されている。すなわち、各切り起こし3は、風上側の部分と中間部分と風下側の部分とで構成され、風上側の部分および風下側の部分はフィン1の広がり面より下側に切り起こされ、中間部分はフィン1の広がり面より上側に切り起こされている。その他の点は、実施の形態1と同様である。なお、図12Bは、図12Aにおいて、D-D線で切断された切り起こし3の断面の一例を示している。

一般に、熱交換器をユニットに実装する場合、熱交換器を折り曲げ加工して配置する場合がある。実施の形態5にかかる熱交換器においては、1つの切り起こし3が上下に切り起こされているので、折り曲げ時にかかる荷重を、上下の切り起こし部分とフィン1の広がり面との接点で支える構造となる。このため、熱交換器をユニットの形状に合わせて折り曲げ加工する場合、フィン1の倒れなどが生じにくく、意匠性および性能の損傷が生じない。なお、実施の形態5にかかる熱交換器でも、基本的には、実施の形態1と同様の作用・効果を奏することはもちろんである。

#### （実施の形態6）

以下、図13を参照しつつ、本発明の実施の形態6を説明する。ただし、実施の形態6にかかる熱交換器は、図1A～図7に示す実施の形態1にかかる熱交換器と多くの共通点を有するので、説明の重複を避けるため、以下では主として実施の形態1と異なる点を説明する。なお、図13において、図1Aに示す熱交換器の構成要素と共通の構成要素には、同一の参照番号が付されている。

図13に示すように、実施の形態6でも、基本的には実施の形態1と同様に、複数のフィン1と、複数の伝熱管2と、複数の切り起こし3と、複数の切り起こし敷設禁止領域5（1つのみ図示）とが設けられている。そして、伝熱管外を流れる作動流体4と伝熱管内を流れる作動流体とが、フィン1および伝熱管2を介して、互いに熱交換を行うようになっている。

ただし、実施の形態6では、フィン1に、段方向に連続して伸びる凸型の突起9が形成されている。凸型の突起9は、例えば、プレス加工により形成することができる。

図 1 4 A は、図 1 3 の E - E 線で切断した凸型の突起 9 の断面の一例を示している。なお、図 1 4 B および図 1 4 C は、それぞれ、突起の変形例を示す断面図である。

かくして、実施の形態 6 にかかる熱交換器においては、基本的には、実施の形態 1 と同様の作用・効果を奏する。さらに、凸型の突起 9 が設けられているので、フィン 1 の伝熱面積を大きくすることができ、かつ強度を高めてフィン 1 のたわみを低減してフィン 1 の積層工程における高速化を実現することができる。

(実施の形態 7)

以下、図 1 5 を参照しつつ、本発明の実施の形態 7 を説明する。ただし、実施の形態 7 にかかる熱交換器は、図 1 A ~ 図 7 に示す実施の形態 1 にかかる熱交換器と多くの共通点を有するので、説明の重複を避けるため、以下では主として実施の形態 1 と異なる点を説明する。なお、図 1 5 において、図 1 A に示す熱交換器の構成要素と共通の構成要素には、同一の参照番号が付されている。

図 1 5 に示すように、実施の形態 7 でも、基本的には実施の形態 1 と同様に、複数のフィン 1 と、複数の伝熱管 2 と、複数の切り起こし 3 と、複数の切り起こし敷設禁止領域 5 (1 つのみ図示) とが設けられている。そして、伝熱管外を流れる作動流体 4 と伝熱管内を流れる作動流体とが、フィン 1 および伝熱管 2 を介して、互いに熱交換を行うようになっている。

ただし、各切り起こし 3 において、その 2 つの端辺のうちフィン 1 の風上側の縁部に近い方の端辺が他方の端辺よりも長く形成され、フィン 1 の上面側からみれば、切り起こし 3 は台形となっている。その他の点は実施の形態 1 と同様である。

かくして、実施の形態 7 にかかる熱交換器においては、基本的には、実施の形態 1 と同様の作用・効果を奏する。さらに、切り起こし 3 のフィン 1 の風上側の縁部に近い方の端辺が長いので、熱伝達が促進され、その結果熱交換性能が向上する。また、台形の底辺が長いので、伝熱管 2 から切り起こし 3 への熱流が増加し、熱交換性能が向上する。

なお、図 1 6 に示すように、フィン 1 に凸型の突起 9 を設ければ、フィン 1 の風上側の縁部から伝熱管 2 までのスペースが小さい場合でも、フィン 1 の面積を

大きくすることができ、熱交換性能の向上を図ることができる。

以上、本発明は、その特定の実施の形態に関連して説明されてきたが、このほか多数の変形例および修正例が可能であるということは当業者にとっては自明なことであろう。それゆえ、本発明は、このような実施の形態によって限定されるものではなく、添付のクレームによって限定されるべきものである。

5

#### 産業上の利用の可能性

以上のように、本発明にかかるプレートフィンチューブ型の熱交換器は、着霜が生じる条件下で用いられる熱交換器として有用であり、とくに空調機用の凝縮器等として用いるのに適している。

10

## 請 求 の 範 囲

1. 互いに間隔をあけて積層された複数のフィンと、該フィンを積層方向に貫通する複数の伝熱管とを有し、伝熱管内流体と伝熱管外流体とが、伝熱管および  
5 フィンを介して互いに熱交換するプレートフィンチューブ型の熱交換器であって、

前記各フィンに切り起こしが設けられていて、前記各伝熱管について、伝熱管外流体の上流側のフィン端部に沿った方向で定義される段方向についての切り起こし全体の広がり幅を $W_s$ とし、伝熱管の外直径を $D$ とし、段方向についての伝熱管の配列ピッチを $D_p$ とすれば、実質的に、

10 
$$W_s = (1 - \phi) D_p + \phi D$$

$$\phi > 0.5$$

の関係を満たす範囲内にのみ、前記切り起こしが設けられていることを特徴とする熱交換器。

2. 前記各伝熱管について、伝熱管外流体の上流側または下流側に向かって、  
15 該伝熱管の中心に対する中心角が $130^\circ$ の範囲内にのみ、前記切り起こしが設けられていることを特徴とする請求項1に記載の熱交換器。

3. 前記切り起こしの、フィン本体部とは切り離されている2つの端辺の少なくとも一方が、段方向に対して傾斜して伸びていることを特徴とする請求項1または2に記載の熱交換器。

4. 前記切り起こしの、フィン本体部とは切り離されている2つの端辺の少なくとも一方が、伝熱管に対して放射状に伸びていることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1つに記載の熱交換器。

5. 前記切り起こしの、フィン本体部とは切り離されていない2つの側辺の少なくとも一方が、段方向に対して垂直な方向に伸びていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1つに記載の熱交換器。  
25

6. 前記各伝熱管に対して切り起こしが複数設けられていて、該切り起こしが、該伝熱管の中心を通り段方向と平行または垂直な軸に関して対称な位置に配置されていることを特徴とする請求項1ないし5のいずれか1つに記載の熱交換器。

7. 前記切り起こしが、フィン本体部を基準にして、伝熱管の伸びる方向に交

互に切り起こされた形状を有することを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 つに記載の熱交換器。

8. 前記フィンに、段方向に連続して伸びる凸型の突起が形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 つに記載の熱交換器。

5 9. 前記切り起こしが、フィン本体部から橋状に切り起こされていて、フィン本体部に連結された脚部と、フィン本体部から離間された桁部とを有することを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 つに記載の熱交換器。

図1A

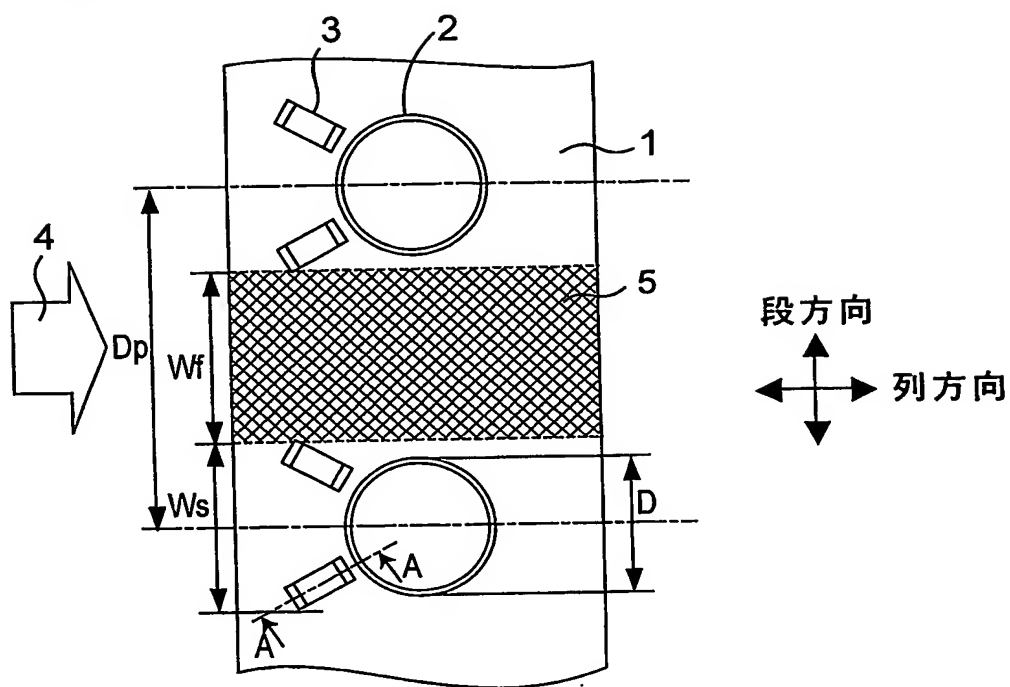


図1B

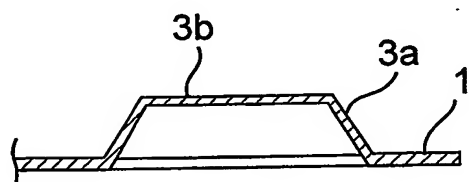
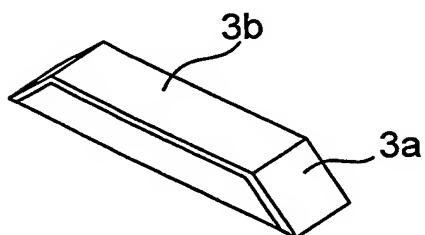


図2



2/9

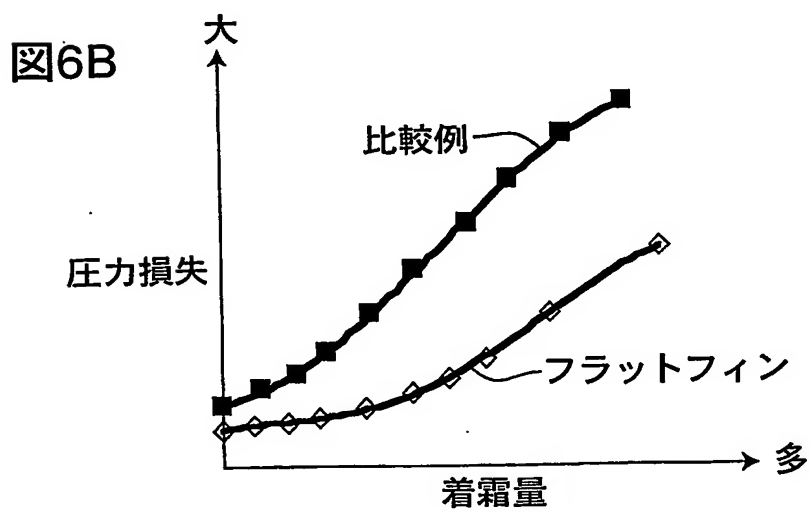
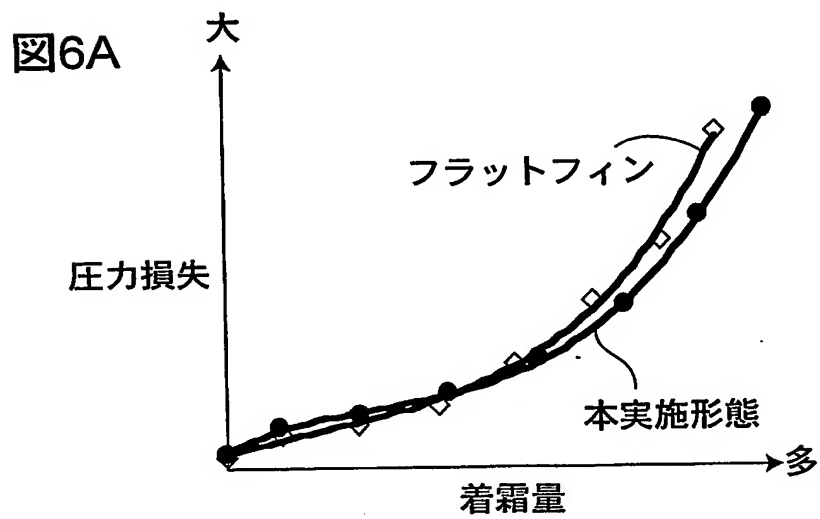
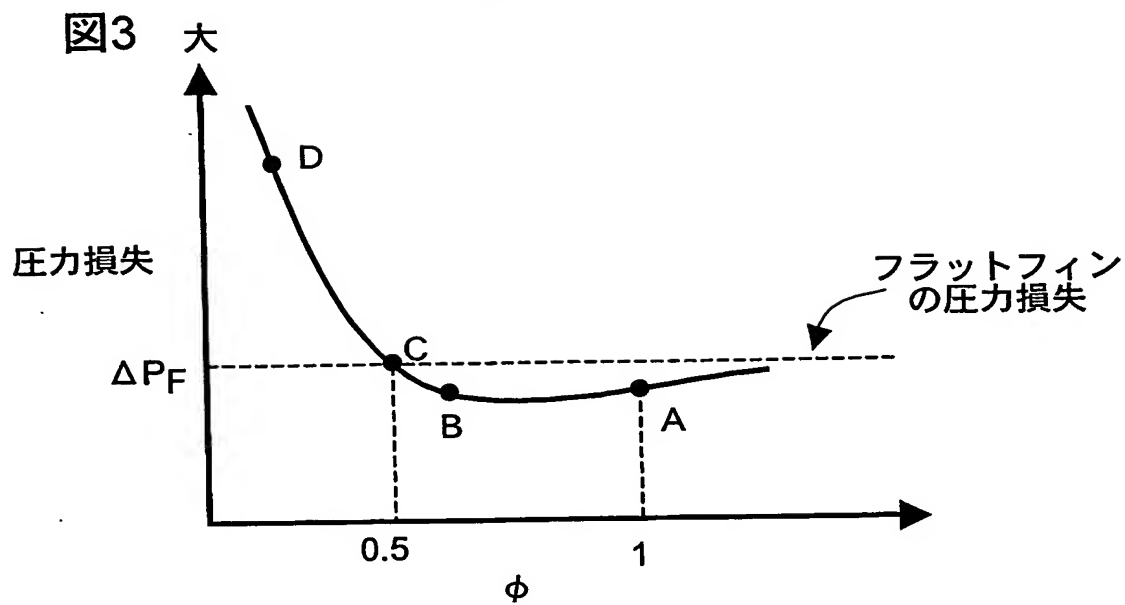


図4A

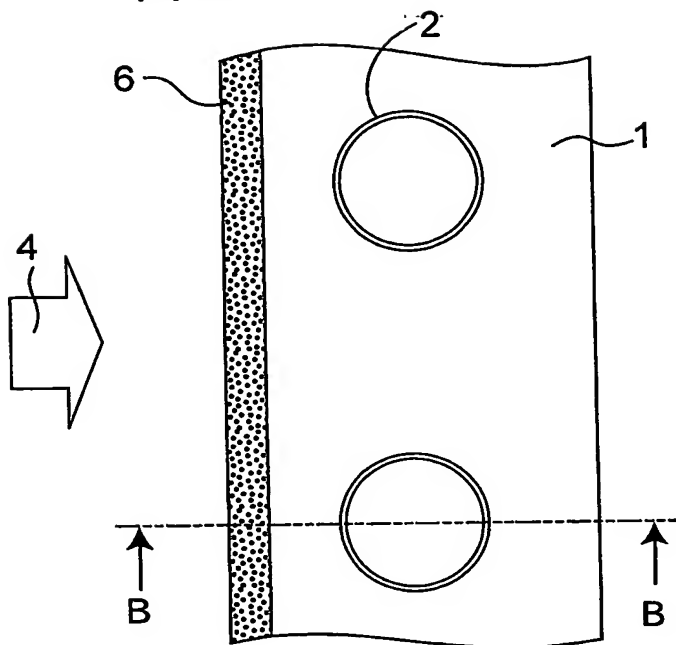


図4B

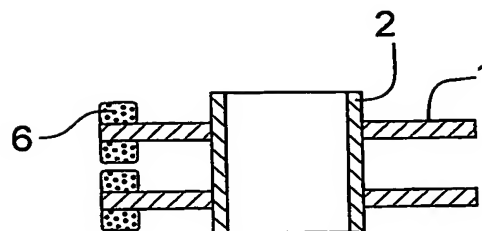


図5A

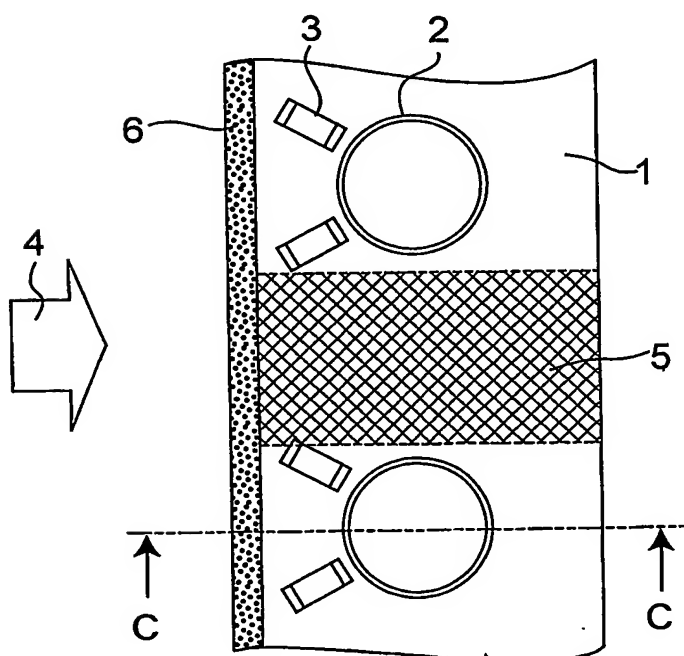
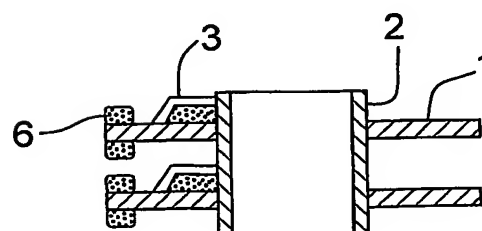


図5B



4/9

図7

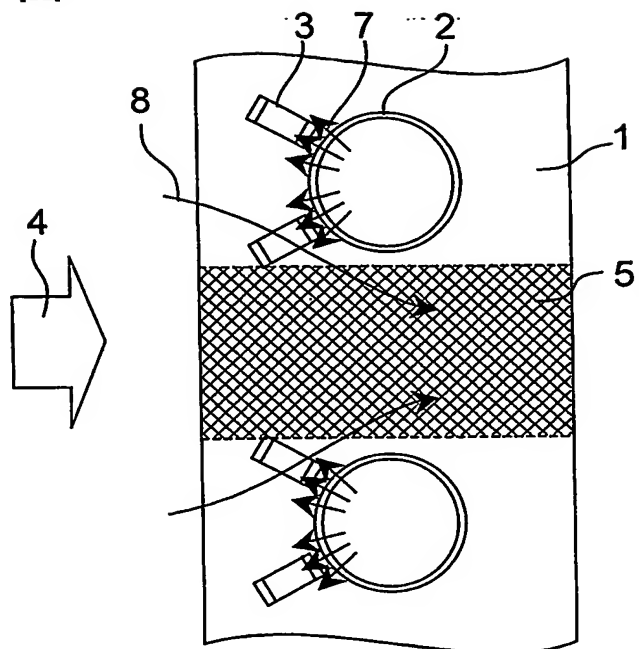
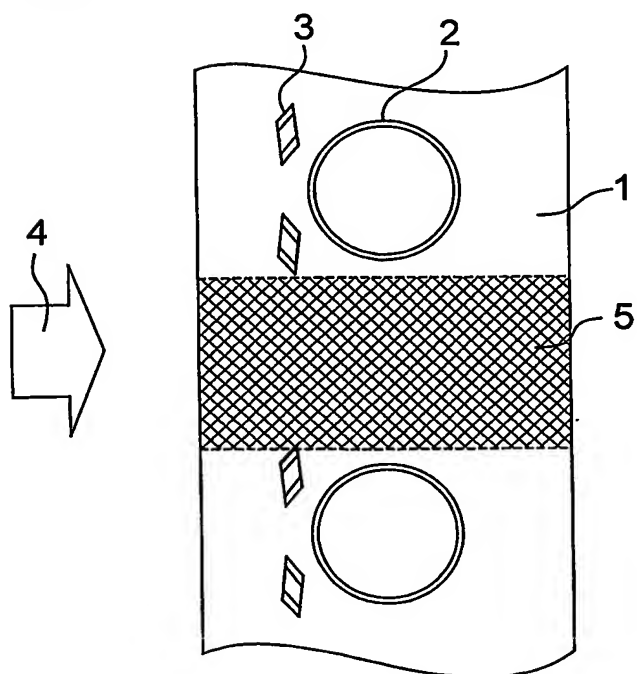


図8



5/9

図9

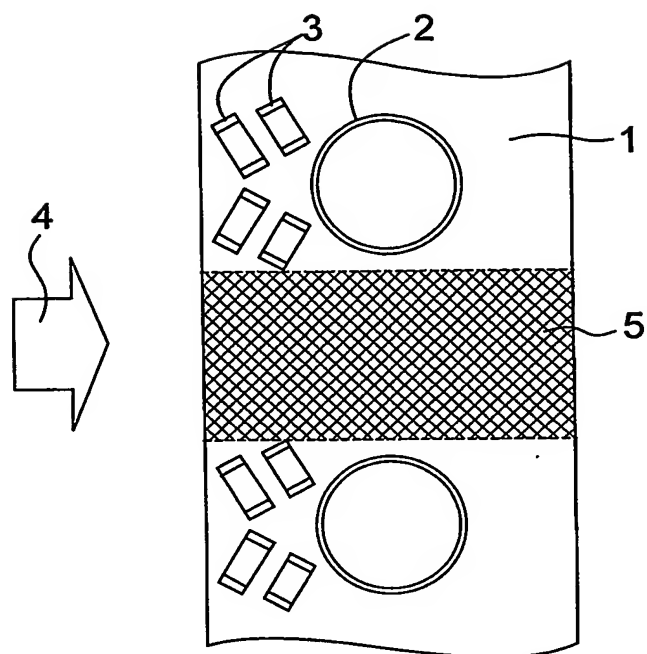
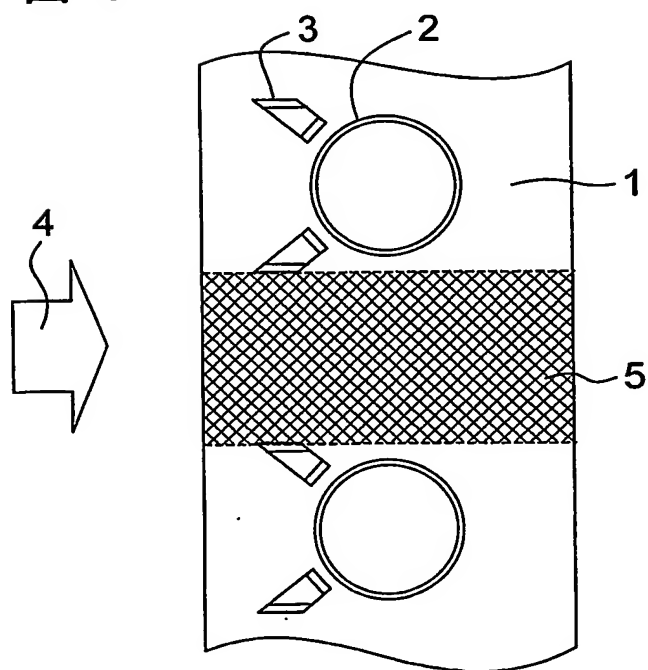


図10



6/9

図11

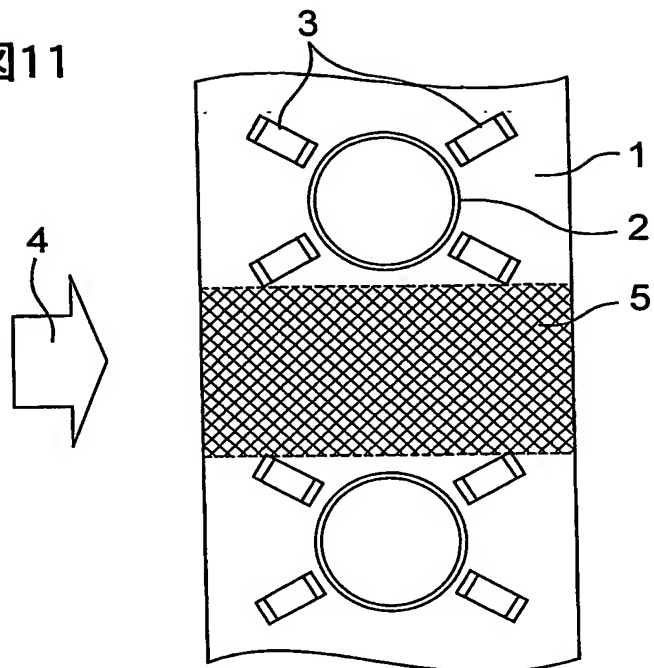


図12A

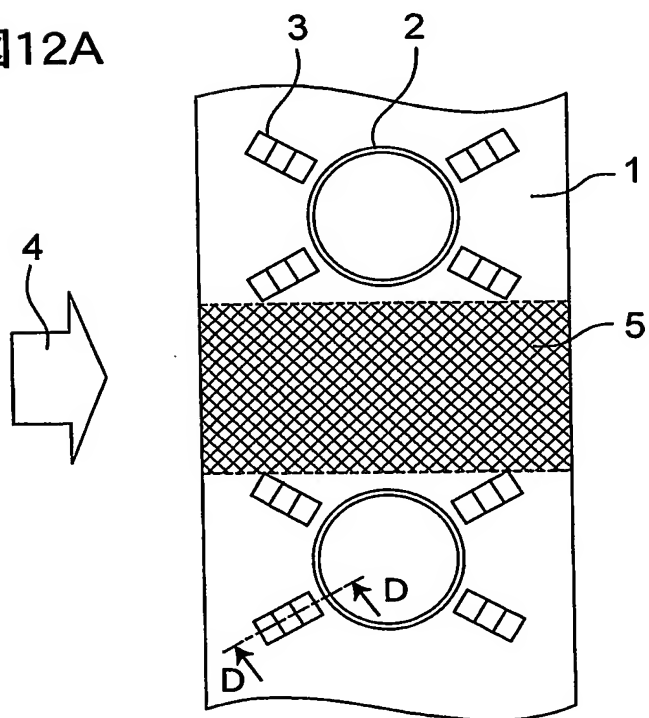


図12B

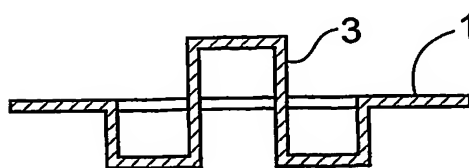


図13

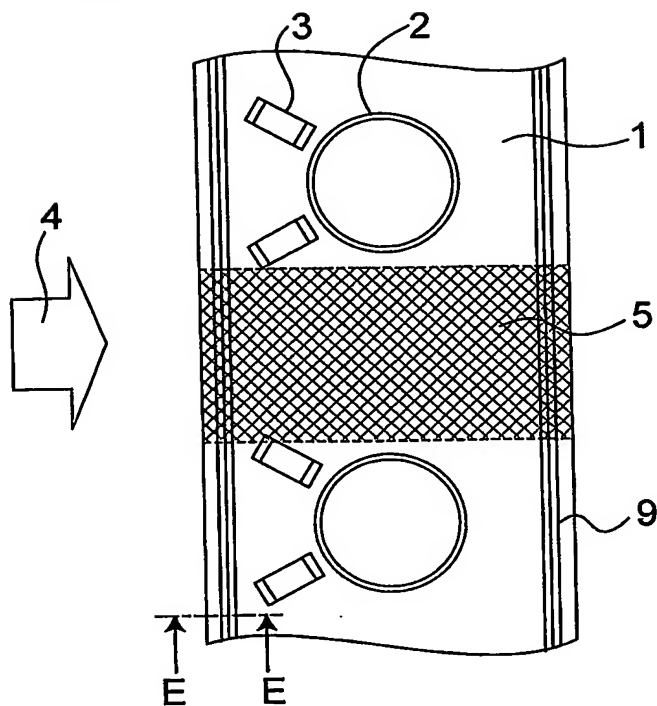


図14A

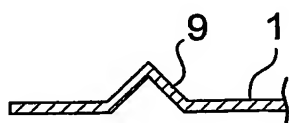


図14B

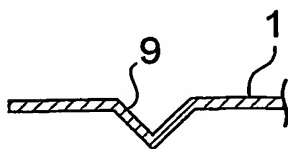


図14C

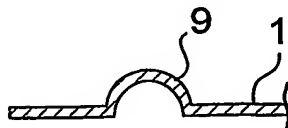


図15

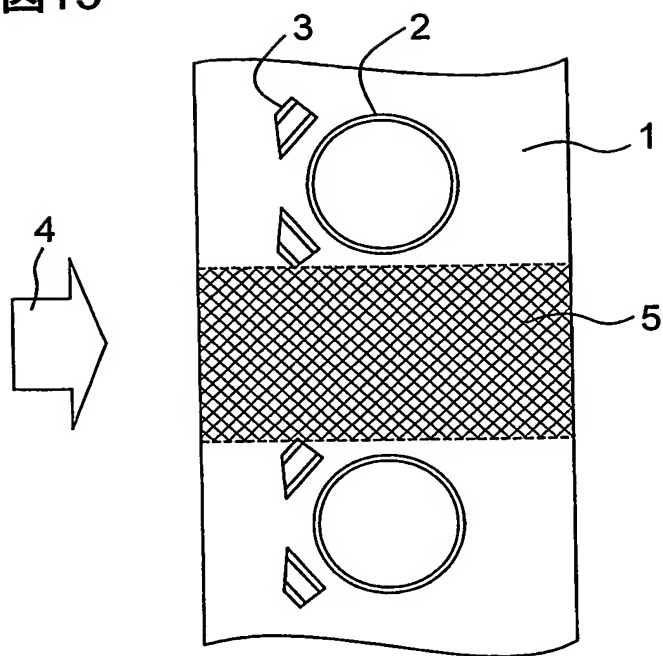


図16

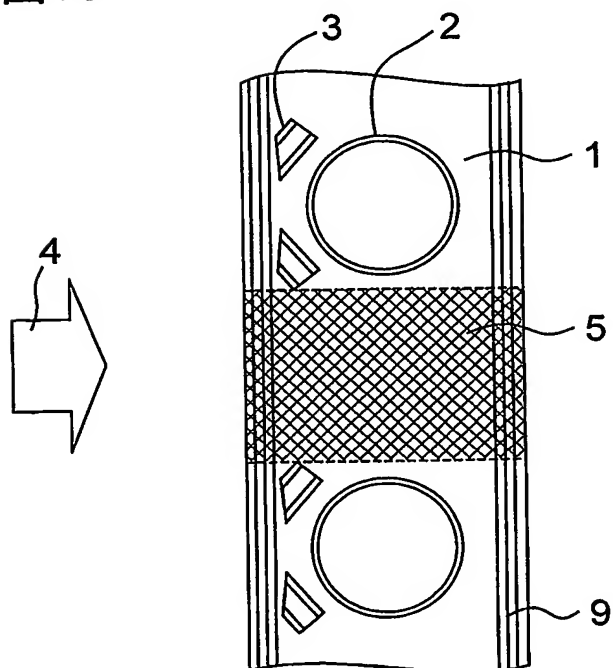
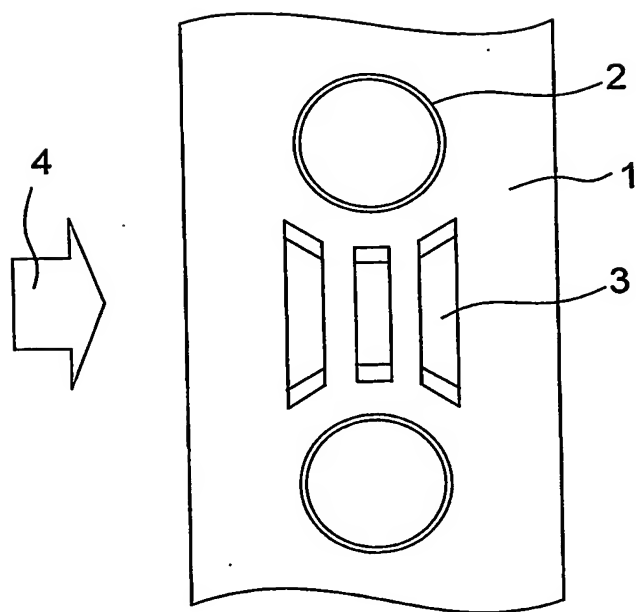


図17



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007396

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> F28F1/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC.

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> F28F1/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 56-130597 A (Toransuerekutoro Majiyaru Biramosaji Kiyurukeresukederumi Bararato), 13 October, 1981 (13.10.81), All pages (Family: none)	1, 2 3-9
Y	JP 4-15494 A (Mitsubishi Electric Corp.), 20 January, 1992 (20.01.92), All pages (Family: none)	3-9
Y	JP 2002-31434 A (Fujitsu General Ltd.), 31 January, 2002 (31.01.02), All pages (Family: none)	8, 9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
28 September, 2004 (28.09.04)

Date of mailing of the international search report  
19 October, 2004 (19.10.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> F28F 1/32

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> F28F 1/32

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	J P 56-130597 A (トランスエレクトロ・マジヤル・ ビラモサージ・キユルケレスケデルミ・バーラト) 1981. 1. 0. 13, 全頁 (ファミリーなし)	1, 2 3-9
Y	J P 4-15494 A (三菱電機株式会社) 1992. 01. 20, 全頁 (ファミリーなし)	3-9
Y	J P 2002-31434 A (株式会社富士通ゼネラル) 20 02. 01. 31, 全頁 (ファミリーなし)	8, 9

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28. 09. 2004

国際調査報告の発送日

19.10.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

長崎 洋一

3M

8610

電話番号 03-3581-1101 内線 3377